

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 14 840 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
G 01 N 21/31  
G 01 J 9/02  
G 01 J 1/00

DE 42 14 840 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 42 14 840.5  
⑯ Anmeldetag: 5. 5. 92  
⑯ Offenlegungstag: 11. 11. 93

⑯ Anmelder:  
Drägerwerk AG, 23558 Lübeck, DE

⑯ Erfinder:  
Stark, Hartmut, 2407 Bad Schwartau, DE; Dreyer, Peter, 2409 Pansdorf, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

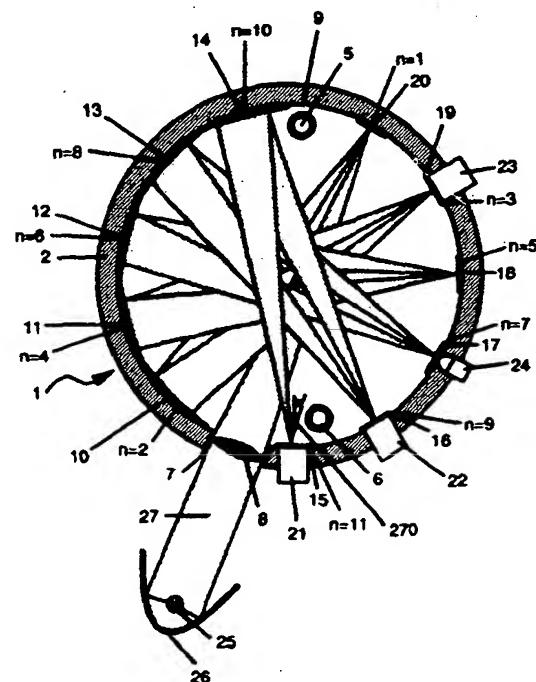
DE 22 11 835 C3  
DE 29 37 352 B1  
DE 25 04 300 A1  
US 47 49 276  
US 15 00 740  
EP 03 07 625 A2

JP 62-19736 A. In: Patents Abstracts of Japan, P-588, June 23, 1987, Vol.11, No.194;

⑯ Vorrichtung zur gleichzeitigen Analyse verschiedener Bestandteile eines Fluids

⑯ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur gleichzeitigen Analyse verschiedener Bestandteile eines Fluids anhand der Absorption von einem in eine Meßzelle eingestrahltem Lichtbündel, von dem durch mehrere, jeweils einen Wandbestandteil bildenden und den optischen Weg innerhalb der Meßzelle bestimmenden Interferenzfilter jeweils ein spektraler Teilbereich aus der Meßzelle ausgekoppelt und einem Detektor zur Intensitätsmessung zugeführt wird, während sich der nicht angekoppelte Strahlungsteil des Lichtbündels weiter durch die Meßzelle fortsetzt. Eine derartige Vorrichtung soll dahingehend verbessert werden, daß sie einfach und kompakt im Aufbau ist und eine minimale Durchspülungszeit aufweist.

Die Verbesserung wird dadurch erzielt, daß hinter jedem Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33-36) ein auf den angekoppelten spektralen Teilbereich des Lichtbündels empfindlicher Detektor (21, 22, 23; 37-40) angeordnet ist.



DE 42 14 840 A 1

## Beschreibung

Für die Erfassung von Substanzkonzentrationen in der Gas- oder Flüssigphase kommen eine Vielzahl von chemischen oder physikalischen Sensorprinzipien in Frage.

Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Prinzip der Lichtabsorption, speziell der Absorption von Infrarotlicht. Das als Infrarotabsorptionsspektroskopie bezeichnete Verfahren weist eine hohe Selektivität und damit verbundene sehr geringe Querempfindlichkeit auf. Setzt man bei der Messung von Einzelschadstoffen (z. B. Gase und Dämpfe in Luft) in hohen Konzentrationen zumeist Küvetten mit kurzer optischer Weglänge (das ist der Längste innerhalb der Küvette realisierbare Lichtweg bei einmaligem Durchlaufen ein und desselben Volumenelementes der Küvette) ein, so ist man beim Nachweis von Stoffen mit geringer Konzentration und den dabei nötigen größeren Absorptionslängen oft gezwungen, Multireflexionszellen zu verwenden, die es gestatten, große Absorptionslängen mit dennoch geringen Probenahmevermögen und damit verbundenen kleinen optischen Weglängen zu kombinieren. Hinzu kommt, daß Einfachküvetten mit nicht gefaltetem Strahlengang wegen ihrer Abmessungen unhandlich sind und sich für den Einsatz außerhalb des Labors oder gar für die mobile Verwendung kaum eignen.

Die für das Meßproblem notwendige Absorptionslänge wird wesentlich durch den interessierenden Konzentrationsbereich und den Wirkungsquerschnitt bestimmt, der bei der jeweiligen Meßwellenlänge für den Stoff charakteristisch ist und ein Maß für den Absorptionsgrad bei einer bestimmten Konzentration darstellt. Beim Nachweis von Einzelsubstanzen kann die Sensroptik durch Variation der Absorptionslänge und der Meßwellenlänge in gewissen Grenzen an diese Stoffparameter angepaßt werden. Probleme treten dann auf, wenn mehrere ein Gemisch bildende Substanzen gleichzeitig auftreten und in ihren jeweiligen Konzentrationen erfaßt werden sollen.

Als Beispiel ist hier die medizinische Narkosemittel-sensorik zu nennen, bei der die beteiligten Komponenten sich sowohl in der Konzentration, in der sie auftreten, als auch in ihren Wirkungsquerschnitten stark von einander unterscheiden. Während die Inhalationsanästhetika und das vom Patienten ausgeatmete  $\text{CO}_2$  im unteren Volumenprozentbereich in Erscheinung treten, kann Lachgas mit Konzentrationen von bis zu 80% eingesetzt werden. Die Wirkungsquerschnitte von  $\text{CO}_2$  sind so hoch, daß hierfür Absorptionslängen von unter 1 cm wünschenswert wären, während sich für die Anästhetikamessung Absorptionslängen von ca. 50 cm als vorteilhaft erwiesen haben. Die für die Erfassung von Lachgas benötigte Absorptionslänge kann durch Wahl der Meßwellenlänge an die Erfordernisse eines der beiden anderen Stoffe angepaßt werden.

Ein weiteres Beispiel ist die Multikomponentenanalytik, insbesondere im Bereich Arbeitsplatzüberwachung, wo die summarische Toxizität von Schadstoffgemischen durch Erfassung der Einzelkonzentrationen ermittelt werden soll. Sowohl die MAK-Werte der zu überwachenden Substanzen als auch deren Wirkungsquerschnitte unterscheiden sich teilweise um mehrere Größenordnungen, so daß durch Wahl der Meßwellenlänge bei Einsatz einer Küvette mit fester Absorptionslänge zumeist nicht für alle Stoffe eine befriedigende Grenzempfindlichkeit erreicht werden kann.

Es ist zu verstehen, daß in beiden Fällen Kompromisse

in bezug auf die erreichbare Grenzempfindlichkeit eingegangen werden müssen, will man nicht für jeden der zu erfassenden Stoffe eine optimal angepaßte Meßzelle bereitstellen.

5 Besser wäre es, wenn man für jeden Stoff bei der für ihn günstigsten Weglänge in einer einzigen Meßzelle die richtig angepaßte Absorptionslänge realisieren könnte.

Bei der in der DE-AS 22 11 835 beschriebenen Vorrichtung wird dies dadurch erreicht, daß die Meßzelle 10 mehrfach abgeknickt ist. Dabei wird die an den Knickstellen erforderliche Strahlumlenkung durch Interferenzfilter vorgenommen. Somit wird aus jedem Teilbereich der Meßzelle ein Wellenlängenbereich ausgekoppelt und außerhalb der Meßzelle über eine Spiegelanordnung einem einzigen Detektor zugeleitet.

Nachteilig an dieser Vorrichtung ist, daß die optische Weglänge und damit die Länge der Meßzelle mindestens gleich der größten Absorptionslänge sein muß. Dadurch wird der Aufbau unhandlich, instabil und teuer.

20 Die Durchspülungszeit mit dem zu untersuchenden Fluid ist lang, was zu einer langen Ansprechzeit führt, und es wird eine große Menge des Fluids benötigt. Die Spiegelanordnung außerhalb der Meßzelle ist optisch und mechanisch aufwendig und störungsanfällig.

25 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur gleichzeitigen Analyse verschiedener Bestandteile eines Fluids anhand der Absorption von einem in eine Meßzelle eingestrahltem Lichtbündel, von dem durch mehrere, jeweils einen Wandbestandteil bildenden und den optischen Weg innerhalb der Meßzelle bestimmenden Interferenzfilter jeweils ein spektraler Teilbereich aus der Meßzelle ausgekoppelt und einem Detektor zur Intensitätsmessung zugeführt wird, während sich der nicht angekoppelte Strahlungsteil des Lichtbündels weiter durch die Meßzelle fortsetzt, anzugeben, die einfach und kompakt im Aufbau ist und eine minimale Durchspülungszeit aufweist.

30 Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß hinter jedem Interferenzfilter ein auf den angekoppelten spektralen Teilbereich des Lichtbündels empfindlicher Detektor angeordnet ist.

35 Vorteil der Erfindung ist, daß durch die Anordnung je eines Detektors hinter den Interferenzfiltern die aufwendige Spiegelanordnung zum Leiten des Lichtes außerhalb der Meßzelle zu einem einzigen Detektor entfällt. Weiterhin ist von Vorteil, daß durch das mehrfache Durchstrahlen der optischen Weglänge der Meßzelle eine sehr große Absorptionslänge bei gleichzeitig kleinem Volumen der Meßzelle erreicht wird. Darüber hinaus kann jeder interessierende Stoff entsprechend seinem Wirkungsquerschnitt bei der für ihn optimalen Absorptionslänge erfaßt werden.

40 Ein sehr kompakter und stabiler Aufbau bei gleichzeitig sehr guter Durchspülbarkeit wird durch eine ringsförmige Meßzelle mit einer Kombination von gewölbten und planen Spiegeln bzw. Interferenzfiltern an der Innenseite gemäß Anspruch 4 erreicht. Die gewölbten Spiegel können sphärisch oder zur Vermeidung von Abbildungsfehlern asphärisch ausgeführt sein.

45 Vorteilhaft läßt sich die Erfindung auch in Form einer White-Zelle ausführen, wobei dann Teilbereiche des Feldspiegels als Interferenzfilter ausgebildet sind.

50 Hinter einem Interferenzfilter kann auch statt eines Detektors eine zusätzliche Lichtquelle, wie z. B. eine LED oder eine Laserdiode, angeordnet werden. Dies bietet die Möglichkeit eines zweiten Strahlenganges mit speziell angepaßter Wellenlänge.

55 Die Erfindung wird anhand von zwei Ausführungsbei-

spielen und der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine ringförmige Meßzelle in Draufsicht (a) und Seitenansicht (b) und

Fig. 2 eine Ausführung als White-Zelle in schematischer Darstellung.

Die in Fig. 1 dargestellte Meßzelle (1) besteht aus einem Kreisring (2) sowie einem Boden (3) und einem Deckel (4). Boden (3) und Deckel (4) sind mit Anschlußleitungen (5, 6) zur Durchspülung der Meßzelle (1) mit dem zu untersuchenden Gas bzw. Flüssigkeit versehen.

An einer Stelle ist der Kreisring (2) mit einer Einkoppelöffnung (7), in der eine Linse (8) angeordnet ist, versehen. Links von der Einkoppelöffnung (7) sind an der Innenfläche (9) des Kreisringes (2) auf ca. dem halben Umfang fünf gewölbte Spiegel (10–14) befestigt. Rechts von der Einkoppelöffnung (7) sind auf der anderen Hälfte des Umfangs sechs ebene spiegelnde Flächen angeordnet. In diesem Beispiel sind es vier Interferenzfilter (15, 16, 17, 19) und zwei Planspiegel (18, 20). Hinter drei Interferenzfiltern (15, 16, 19) sind Photodioden (21, 22, 23) als Detektoren angeordnet, hinter einem Interferenzfilter (17) ist eine LED (24) befestigt. Vor der Linse (8) außerhalb des Kreisringes (2) ist eine modulierte Infrarotlichtquelle (25) mit einem Hohlspiegel (26) angeordnet. Alternativ hierzu kann Licht auch mittels einer Lichtleitfaser, eventuell sogar ohne Linse, in die Einkoppelöffnung (7) eingekoppelt werden.

Die Infrarotlichtquelle (25) sendet mittels des Hohlspiegels (26) paralleles Licht (27) auf die Linse (8), die es auf den ersten Planspiegel (20) fokussiert. Von hier wird das Licht auf den ersten gewölbten Spiegel (10) reflektiert. Dieser fokussiert es auf das Interferenzfilter (19), welches einen bestimmten spektralen Anteil des Lichtes auf den Detektor (23) durch läßt und den Rest auf den nächsten, gewölbten Spiegel (11) reflektiert. Das Licht wird insgesamt 11 mal diametral durch die Meßzelle (1) geleitet, wobei jeweils bei den Interferenzfiltern (15, 16, 17, 19) ein spektraler Anteil ausgekoppelt und auf Detektoren (21, 22, 23) geleitet wird. Die optische Weglänge der Meßzelle (1) entspricht ihrem inneren Durchmesser, die maximale Absorptionslänge dem 11fachen Durchmesser. Das restliche Licht (270), das keines der Interferenzfilter passiert hat, wird vom letzten Interferenzfilter (15) reflektiert und läuft sich dann innerhalb 45 der Meßzelle (1) tot. Alternativ kann die verbleibende Restintensität zur Referenzmessung herangezogen werden, oder es kann aus ihr eine Größe abgeleitet werden, die sich zur Regelung der Strahlungsquelle/n eignet. Durch geeignete Korrelationsverfahren kann eine Restintensitätsmessung zur Bildung von Referenzwerten für die einzelnen Meßstrecken verwendet werden für die Bildung von Referenzwerten kann auch die Verwendung von Doppeldetektoren hilfreich sein, die bei zwei benachbarten Wellenlängen empfindlich sind. 50 Die gewölbten Spiegel (10–14) sind im einfachsten Fall sphärische Spiegel mit einem Krümmungsradius, der gleich dem inneren Durchmesser der Meßzelle (1), gemessen über die Spiegeloberflächen, ist. Um Abbildungsfehler zu vermeiden, können aber auch asphärische Spiegel (10–14) eingesetzt werden. Diese können torisch, mit unterschiedlichen Krümmungsradien in Richtung des Umfangs des Kreisringes (2) und senkrecht dazu, ausgeführt sein. Sie können auch elliptisch ausgebildet sein, wobei dann die beiden Brennpunkte 55 eines solchen Spiegels auf den beiden gegenüberliegenden Planspiegeln bzw. Interferenzfiltern positioniert werden (z. B. für den Spiegel (11) liegen die Brennpunkte 60

te auf Planspiegel (18) und Interferenzfilter (19)).

Hinter dem Interferenzfilter (17) ist zusätzlich zu der Infrarotlichtquelle (25) eine weitere modulierte Strahlungsquelle (24) angeordnet. Dies kann z. B. eine LED oder eine Laserdiode sein. Deren Licht wird durch das Interferenzfilter (17) in den Strahlengang eingekoppelt. Damit besteht die Möglichkeit, einen zweiten unabhängigen Strahlengang mit eigener Lichtwellenlänge zu realisieren. Dies kann für spezielle Meßprobleme (z. B. Gasgemische, deren einzelnen Komponenten jeweils unterschiedliche Meßverfahren bedingen) vorteilhaft sein.

Aus den Signalen der Detektoren (21–23) wird in bekannter Weise aus der gasartspezifischen Absorption einzelner Wellenlängenbereiche die Konzentration der verschiedenen Gase in der Meßzelle (1) bestimmt.

Die Meßzelle (1) kann auch ohne Deckel (3) und Boden (4) verwandt werden. Der Kreisring (2) kann dann über eine durchsichtige Rohrleitung, in der das zu untersuchende Fluid fließt, geschoben werden oder selbst Bestandteil einer solchen Rohrleitung sein.

In Fig. 2 ist eine Meßzelle (28) in Form einer White-Zelle dargestellt. Bei dieser Anordnung wird das Licht einer Lichtquelle (29) mehrfach zwischen zwei Aperturspiegeln (30, 31) und einem Feldspiegel (32), zwischen denen sich das zu untersuchende Fluid befindet, hin und her reflektiert. In bestimmten Bereichen des Feldspiegels (32) trifft das Licht nach 2, 4, 6, 8 Durchläufen durch die Meßzelle (28) auf. Diese Bereiche können als Interferenzfilter (33–36) mit dahinter angeordneten Detektoren (37–40) ausgebildet werden. Dazu kann der Feldspiegel (32) an den betreffenden Stellen mit Bohrungen versehen sein, in die die Interferenzfilter (33–36) eingesetzt werden. Die Interferenzfilter (33–36) müssen die gleiche Oberflächenkrümmung wie der Feldspiegel (32) aufweisen. Der Feldspiegel (32) kann auch aus einem für die Wellenlänge des verwendeten Lichts transparenten Material gefertigt sein und an der Oberfläche an den betreffenden Stellen mit einer als Interferenzfilter (33–36) wirkenden Schicht belegt werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur gleichzeitigen Analyse verschiedener Bestandteile eines Fluids anhand der Absorption von einem in eine Meßzelle eingestrahlten Lichtbündel, von dem durch mehrere, jeweils einen Wandbestandteil bildenden und den optischen Weg innerhalb der Meßzelle bestimmenden Interferenzfilter jeweils ein spektraler Teilbereich aus der Meßzelle ausgekoppelt und einem Detektor zur Intensitätsmessung zugeführt wird, während sich der nicht ausgekoppelte Strahlungsteil des Lichtbündels weiter durch die Meßzelle fortsetzt, dadurch gekennzeichnet, daß hinter jedem Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33–36) ein auf den ausgekoppelten spektralen Teilbereich des Lichtbündels empfindlicher Detektor (21, 22, 23; 37–40) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Anordnung von Spiegeln (10–14, 18, 20; 30, 31, 32) einerseits die ebenfalls jeweils einen Wandbestandteil der Meßzelle (1, 28) bilden und den optischen Weg innerhalb der Meßzelle (1, 28) bestimmen, und durch die Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33–36) andererseits der Strahlungsverlauf des durch das jeweilige Interferenzfilter nicht ausgekoppelten Lichtbündels derart fest-

gelegt ist, daß jedes der Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33—36) nacheinander von dem Lichtbündel getroffen wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegel (10—14, 18, 20; 30, 31, 32) und die Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33—36) derart zueinander ausgerichtet sind, daß das von dem jeweiligen Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33—36) nicht ausgetrennte Lichtbündel vor seinem Auftreffen auf sein nächstfolgendes Interferenzfilter (15, 16, 17, 19; 33—36) die optische Weglänge der Meßzelle (1, 28) zumindest einmal durchläuft.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßzelle in Form eines Kreisringes (2) ausgeführt ist, an dessen Innenseite (9) auf etwa der einen Hälfte gewölbte Spiegel (10—14) und auf der anderen Hälfte Planspiegel (18, 20) bzw. Interferenzfilter (15, 16, 17, 19) mit dahinter liegenden Detektoren (21, 22, 23) derart angeordnet sind, daß das durch eine Öffnung (7) des Kreisringes (2) eingekoppelte Lichtbündel von einem ersten Planspiegel (20) bzw. Interferenzfilter über den gegenüberliegenden gewölbten Spiegel (10) auf den dem ersten Planspiegel (20) bzw. Interferenzfilter benachbarten Planspiegel bzw. Interferenzfilter (19) von dort auf den nächsten gewölbten Spiegel (11) usw. geleitet wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gewölbten Spiegel (10—14) sphärisch sind und ihr Krümmungsradius gleich dem Innendurchmesser des Kreisringes (2) ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gewölbten Spiegel (10—14) asphärisch ausgeführt sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie in Form einer White-Zelle (28) mit zwei Apertur-Spiegeln (30, 31) und einem diesen gegenüber stehenden Feldspiegel (32) aufgebaut ist, wobei Teilbereiche des Feldspiegels (32) als Interferenzfilter (33—36) ausgebildet sind, hinter denen je ein Detektor (37—40) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Detektoren (21, 22, 23; 37—40) durch eine zusätzliche Lichtquelle (24) ersetzt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Nummer:  
Int. Cl.s:  
Off nlegungstag:

DE 42 14 840 A1  
G 01 N 21/31  
11. November 1993

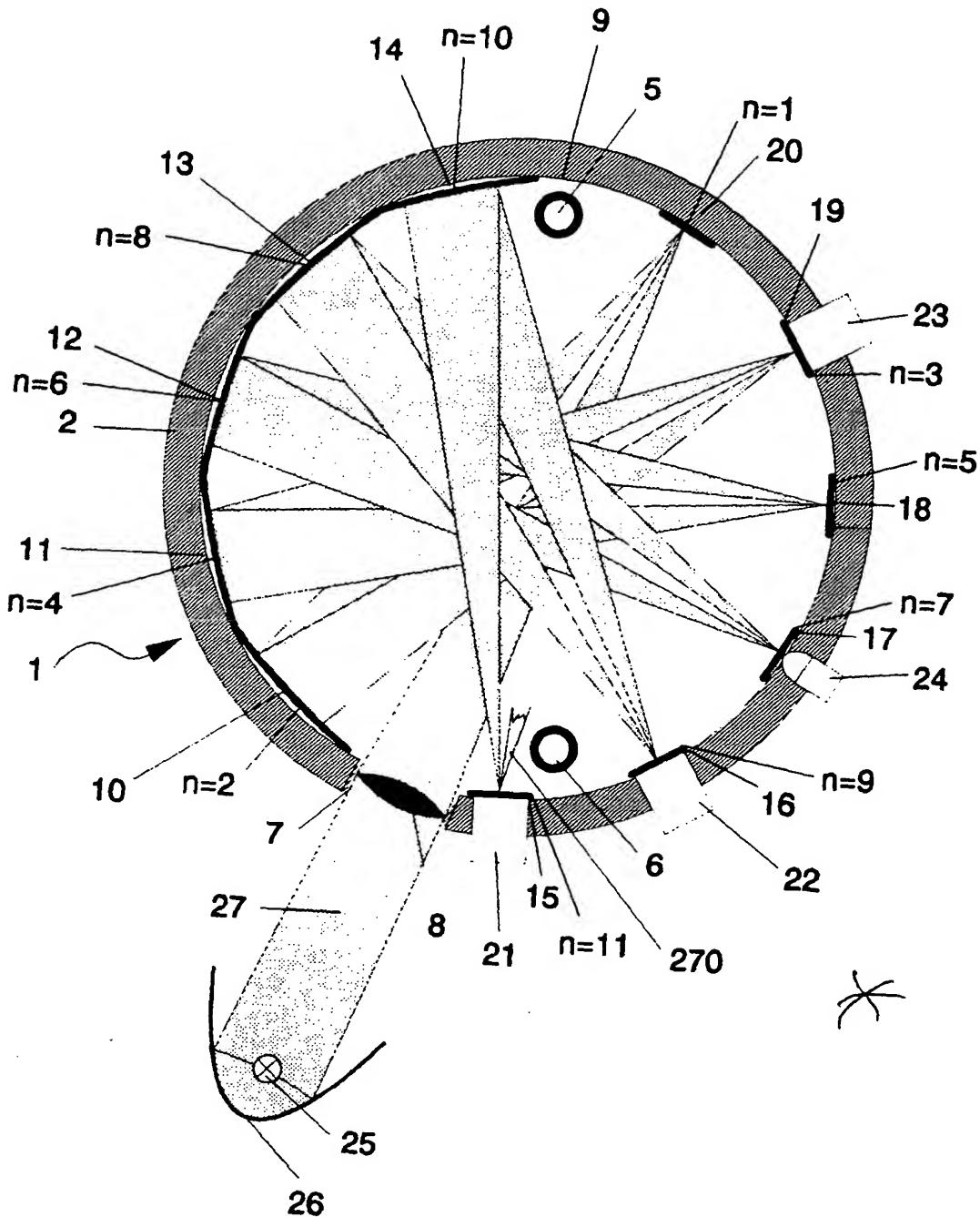


Fig. 1a

2

14

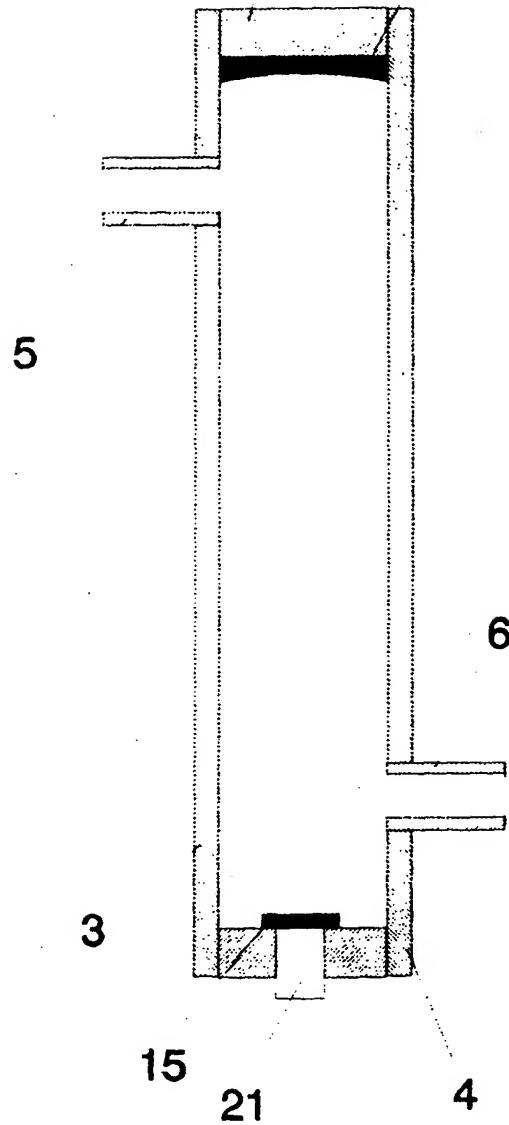
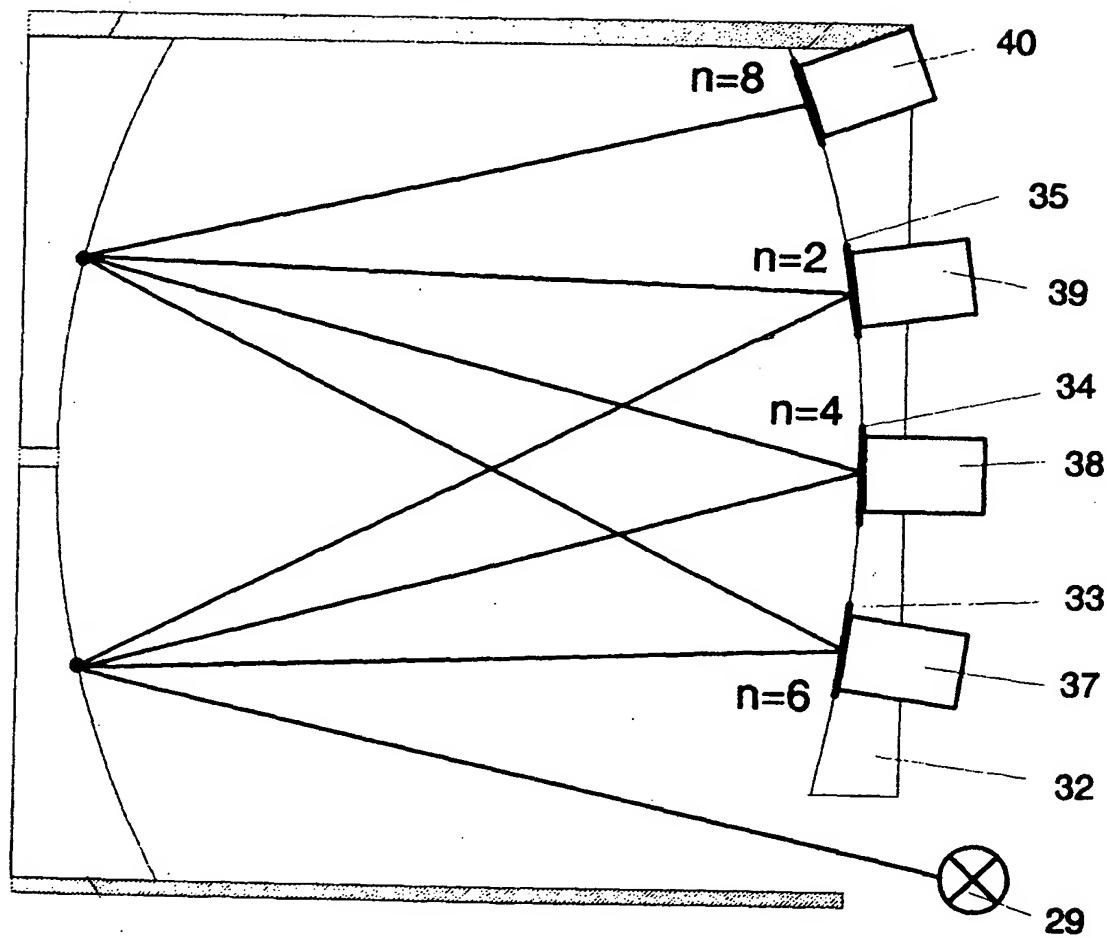


Fig. 1b

28

31

36



30

308 045/164

Description

A wide range of chemical or physical detection principles are used for the detection of concentrations of substances in a gas or liquid phase.

The invention is concerned with the principle of light absorption more particularly, the absorption of infrared light. The procedure known as infrared absorption spectroscopy is very selective and correspondingly has a very low transverse sensitivity. Optical cells having a short optical path length - i.e., the longest optical path possible within the cell on a single passage through the same volume element of the cell - are often used to measure individual pollutants, e.g. gases and vapours in air, present in high concentrations but for detecting substances present in a low concentration, for which longer absorption lengths are often necessary, multireflection cells must be used which enable large absorption lengths to be combined with small sample volumes and associated short optical path lengths. Also, single cells having an unfolded beam path are because of their dimensions difficult to handle and hardly suitable for use outside the laboratory or mobile use.

The absorption length necessary for the measurement problem is determined mainly by the concentration zone of interest and the operative cross-section which is characteristic for the substance at the particular measuring wavelength concerned and represents a measure of the extent of absorption at a given concentration. In the detection of discrete substances the detecting optics can be adapted by variation of the absorption length and wavelength to these substance parameters within limits. Problems however, arise, when a number of substances forming a mixture occur simultaneously and it is required to detect the concentrations of each substance.

An example of this is medical anaesthetic sensing wherein the components involved differ

greatly from one another as regards both the concentration in which they occur and their operative cross-sections. The inhalation anaesthetics and the CO<sub>2</sub> exhaled by the patient appear in the lower volume percent region, whereas laughing gas can be used with concentrations of up to 80%. The operative cross-sections of CO<sub>2</sub> are so high that absorption lengths of less than 1 cm would be desirable for them whereas for anaesthetic measurement absorption lengths of approximately 50 cm have proved advantageous. The absorption length necessary for detecting laughing gas can be adapted by choice of measurement wavelength to the requirements of one of the two other substances.

Another example is multicomponent analysis, more particularly in workplace monitoring where it is required to detect the summary toxicity of pollutant mixtures by detection of the individual concentrations. Both the MAK values of the substances to be monitored and their operative cross-sections differ partly by several orders of magnitude so that a satisfactory limit sensitivity cannot be achieved by choice of measurement with a cell having a fixed absorption wavelength.

In both cases compromises must be made as regards limit sensitivity if an optimally adapted cell is not to be used for each of the individual substances to be detected.

It would be better if the correctly adapted absorption length could be achieved for every substance at the optimal path length for each substance in a single cell.

In the device described in DE-AS 22 11 835, this is achieved by multiple kinking or bending of the cell. The beam reflection required at the kinks or bends is deflected by interference filters. Consequently, a wavelength range is decoupled from each partial zone of the cell and supplied outside the cell through a mirror arrangement to a single detector.

A disadvantage of this device is that the optical wavelength and, therefore, the length of the cell must be at least equal to the maximum

absorption length. The construction therefore becomes inconvenient, unstable and costly. The throughflow time of the fluid to be examined is long, so that the response time is long, and a large quantity of the fluid is required. The mirror arrangement outside the cell is optically and mechanically elaborate and prone to disturbances.

It is the object of the invention to provide a device for the simultaneous analysis of various constituents of a fluid based on the absorption of a light beam incident in a measuring cell, from which beam a respective spectral partial zone is decoupled by a number of interference filters each forming a wall component and determining the optical path within the cell and is supplied to a detector for intensity measurement, while the undecoupled part of the beam continues further through the cell, the device being of simple and compact construction and requiring a minimal throughflow time.

To solve this problem, a detector sensitive to the decoupled spectral partial zone of the beam is disposed behind each interference filter.

The advantage of the invention is that the arrangement of a detector behind each interference filter obviates the need for the costly mirror arrangement for guiding the light outside the cell to a single detector. Another advantage is that as a result of the multiple irradiation of the optical path length of the cell a very long absorption length is combined with a small-sized cell. Also, each substance of interest can be detected at its optimal absorption length in accordance with its operative cross-section.

A very compact and stable construction with a very good throughflow feature is achieved by an annular measuring cell having a combination of curved and plane mirrors or interference filters on its inside surface according to claim 4. The curved mirrors can be spherical or to avoid imaging errors, aspherical.

Advantageously, the invention can be embodied in the form of a White cell, partial zones of the field mirror being interference filters.

An additional light source such as an LED or a laser diode can be placed behind an interference filter instead of a detector. This offers the possibility of a second beam passage at a specially adapted wavelength.

The invention will be described with reference to two embodiments and the drawings wherein:

Fig. 1 shows an annular measuring cell in plan view (a) and side elevation (b), and

Fig. 2 is a diagrammatic view of a construction as a White cell.

The measuring cell 1 shown in Fig. 1 consists of an annulus 2, a base 3 and a cap or cover 4. The integers 3 and 4 have connection lines 5, 6 for scavenging the cell 1 with the gas or liquid to be examined.

The annulus 2 is formed with a coupling aperture 7 in which a lens 8 is disposed. To the left of the aperture 7 five curved mirrors 10 - 14 are secured over approximately half the inside surface 9 of the annulus 2. To the right of the aperture 7 six flat mirror ring surfaces are disposed on the other half of the periphery. In this example the last-mentioned surfaces take the form of four interference filters 15, 16, 17, 19 and two plane mirrors 18, 20. Photodiodes 21 - 23 are disposed as detectors behind three interference filters 15, 16, 19 and an LED 24 is disposed after one interference filter 17. Disposed before the lens 8 outside the annulus 2 is a modulated infrared light source 25 having a concave mirror 26. Alternatively, light can be coupled into the system by means of a photoconductive fibre, possibly even without lens, into the aperture 7.

By means of the concave mirror 26 the source 25 transmits parallel light 27 to the lens 8 which focuses it on the first plane mirror 20. The light is reflected therefrom to the first curved mirror 10. The same focuses it on the interference filter 19 which passes a predetermined spectral component of the light to the detector 23 and reflects the

remainder on to the next curved mirror 11. The light goes through the cell 1 a total of 11 times diametrically and at each passage a spectral component is decoupled at the interference filters 15, 16, 17, 19 and conveyed to detectors 21 - 23. The optical wavelength of the cell 1 corresponds to its internal diameter and the maximum absorption length to 11 times the diameter. The residual light 270 which has not passed through any of the interference filters is reflected by the last interference filter 15 and then returns dead within the cell 1. Alternatively, the remainder of the residual intensity can be used for reference measurement or it could be used for derivation of a value suitable for controlling the or each radiation source. By means of appropriate correlation processes a residual intensity measurement can be used to form reference values for the individual measurement distances. The use of double detectors sensitive to two adjacent wavelengths may be helpful for the formation of reference values. In the simplest case the curved mirrors 10 - 14 are spherical mirrors having a curvature radius equal to the internal diameter of the cell 1 measured over the mirror surfaces. To avoid imaging errors, however, aspherical mirrors 10 - 14 can be used. These can be toroidal with different curvature radii in the direction of the periphery of the annulus 2 and perpendicularly thereto. They can also be elliptical, in which event the two focal points of such a mirror are positioned on the two facing plane mirrors or interference filters (e.g. for the mirror 11 the focal points lie on plane mirror 18 and interference filter 19).

In addition to the infrared light source 25 a further modulated radiation source 24 is disposed behind the interference filter 17. This can be e.g. an LED or a laser diode. This light is coupled into the beam path by the interference filter 17. It is therefore possible to provide a second independent beam path with its own light wavelength. This may be advantageous for special measuring problems, e.g. gas mixtures each of whose individual components all for different measurement methods.

The concentration of the various gases in the cell 1 is determined from the signals of the

detectors 21 - 23 in known manner from the specific absorption of the gas.

The cell 1 can be used without the cover 3 and base 4. In this event the annulus 2 can be pushed into a transparent line in which the fluid to be tested flows or even be a component of such a line.

Fig. 2 shows a measuring cell 28 in the form of a White cell. In this arrangement the light from a light source 29 is reflected back and forth a number of times between two aperture mirrors 30, 31 and a field mirror 32 between which the fluid to be tested is disposed. In some zones of the field mirror 22 the light impinges on the cell 28 after 2, 4, 6, 8 passages. These zones can be formed as interference filters 33 - 36 with detectors 37 - 40 behind them. To this end, the field mirror can be formed at the appropriate places with bores into which the interference filters 33 - 36 are inserted. The interference filters 33 - 36 must have the same surface curvature as the field mirror 32. The same can be made of a material transparent to the wavelength of the light used and can be coated on its surface at the appropriate places with a layer acting as interference filter 33 - 36.

## CLAIMS

1. A device for the simultaneous analysis of various constituents of a fluid based on the absorption of a light beam incident in a measuring cell, from which beam a respective spectral partial zone is decoupled by a number of interference filters each forming a wall component and determining the optical path within the cell and is supplied to a detector for intensity measurement, while the undecoupled part of the beam continues further through the cell, characterised in that a detector (21, 22, 23; 37-40) sensitive to the decoupled spectral partial zone of the beam is disposed behind each interference filter (15, 16, 17, 19; 33-36).

2. A device according to claim 1, characterised in that, on the one hand by an arrangement of mirrors (10-14, 18, 20; 30, 31, 32) which each form a wall component of the measuring cell (1, 28) and determine the optical path therein, and, on the other hand, by the interference filters (15, 16, 17, 19; 33, 36), the radiation pattern of the beam not decoupled by the respective interference filter is so determined that each of the interference filters (15, 16, 17, 19; 33, 36) is irradiated *seriatim* by the light beam.

3. A device according to claim 1 or claim 2, characterised in that the mirrors (10-14, 18, 20; 30, 31, 32) and the interference filters (15, 16, 17, 19; 33-36) are so aligned relatively to one another that the light beam not decoupled by the respective interference filter (15, 16, 17, 19; 33-36) passes through the optical path length of the cell (28) at least once before irradiating its immediately following interference filter (15, 16, 17, 19; 33-36).

4. A device according to any of claims 1 to 3, characterised in that the measuring cell is in the form of an annulus (2) on approximately one-half of whose inside surface (9) curved mirrors (10-14) and on the

other half plane mirrors (18, 20) and interference filters (15, 16, 17, 19) with detectors (21, 22, 23) behind them are so disposed that the light beam coupled in through an aperture (7) in the annulus (2) is guided from a first plane mirror (20) or interference filter by way of the facing curved mirror (10) to the plane mirror or interference filter (19) adjacent the first plane mirror (20) or interference filter and therefrom to the next curved mirror (11) and so on.

5. A device according to claim 4, characterised in that the curved mirrors (10-14) are spherical and their curvature radius is equal to the inside diameter of the annulus (2).

6. A device according to claim 4, characterised in that the curved mirrors (10-14) are aspherical.

7. A device according to any of claims 1 to 3, characterised in that it is constructed in the form of a White cell (28) having two aperture mirrors (30, 31) and facing them a field mirror (32), partial zones of the field mirror (32) being in the form of interference filters (33-36) behind each of which there is a detector (37-40).

8. A device according to any of claims 1 to 7, characterised in that at least one of the detectors (21, 22, 23; 37- 40) is replaced by an additional light source (24).

Query/Command : PRT SS 1 MAX 1-5

---

1 / 1 WPIL - ©Derwent - image

**Accession Nbr :**

1993-360586 [46]

**Sec. Acc. Non-CPI :**

N1993-278346

**Title :**

Infrared absorption spectroscopy system or White cell for simultaneous analysis of constituents of fluid - provides wall of measurement cell with mirrors and interference filters behind which are located photodiode detectors.

**Derwent Classes :**

S03

**Patent Assignee :**

(DRAG ) DRAEGERWERK AG

**Inventor(s) :**

DREYER P; STARK H

**Nbr of Patents :**

1

**Nbr of Countries :**

1

**Patent Number :**

DE4214840 A1 19931111 DW1993-46 G01N-021/31 7p \*

AP: 1992DE-4214840 19920505

**Priority Details :**

1992DE-4214840 19920505

**IPC s :**

G01N-021/31 G01J-001/00 G01J-009/02

**Abstract :**

DE4214840 A

Light is fed into a measurement cell and interference filters, forming parts of a wall, defining the optical path within the cell each couple out a spectral region from the cell.

Detectors measure the intensity of the light coupled out. The part of the light not coupled out propagates further within the cell. Behind each interference filter (15,16,19) is a detector (21-23) sensitive to the corresp. spectral region.

USE/ADVANTAGE - For detecting conc. of substance in gas or liquid phase, e.g. in sensing narcotics, exhaled air or toxicity for medical purposes. Compact, simple and requires minimal fluid transition time. (Dwg.1a/2)

**Manual Codes :**

EPI: S03-A09 S03-E04A5 S03-E14A1

**Update Basic :**

1993-46

**Back**